

INFORMAN:

- **CEMENTO POLPAICO**
- **CHOLGUAN**
- **CAP**
- **ELASTOPLASTIC**

INFORMACIONES TECNICAS INDUSTRIALES

POLPAICO 400 un Cemento Moderno

Los profesionales que tienen a su cargo obras de construcción, en las cuales el hormigón constituye el elemento más responsable, no pueden, por ningún motivo, descuidar el tipo y calidad del cemento utilizado. Estos profesionales, al conocer las características del moderno cemento "Polpaico 400", lo adoptarán, sin duda, en sus obras.

Seguramente, muy pocas personas de las que emplean cemento, se han dado cuenta de que ha sido un camino largo desde los tiempos en que los antiguos romanos hicieron sus obras con cementos puzolánicos, hasta el día de hoy, cuando el consumidor compra un producto estandarizado. Sabe que cada saco de cemento es de una misma calidad y uniformidad, todo gracias a la investigación científica, a la estandarización y al riguroso control de la producción, junto con los más modernos procesos de fabricación.

Los primeros cementos que se produjeron en el mundo eran aglomerantes, que daban re-

sistencias muy bajas. Sólo a fines del siglo pasado, con la intensificación de las investigaciones científicas, el proceso de elaboración del cemento fue sometido a estudios prolijos. Como primer resultado de las investigaciones se estableció que en cierto modo el porcentaje de óxido de calcio (CaO) que contenía el clínquer, influía en las resistencias del cemento. En un comienzo no se sabía exactamente qué porcentaje de CaO era necesario para obtener resistencias óptimas, debido a que ensayos con distintos cementos, con el mismo porcentaje de CaO, daban resistencias diferentes.

Recién las investigaciones de Rankin, Kühl, Lea, Desh y otros establecieron que no era sólo el contenido de CaO que determinaba el desarrollo de las resistencias, sino las relaciones entre el CaO y los otros componentes del clínquer, como SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 , llamados factores hidráulicos.

Se llegó a establecer que los principales componentes de todos los cementos son:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. el Silicato tricálcico | $3 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \text{ (C}_3\text{S)}$ |
| 2. el Silicato bicálcico | $2 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \text{ (C}_2\text{S)}$ |
| 3. el Aluminato tricálcico | $3 \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{C}_3\text{A}$ |
| 4. el Aluminato-Ferrito tetracálcico | $4 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (C}_4\text{AF)}$ |

La presencia de cada uno de estos componentes fue comprobada por análisis microscópicos y por rayos X. Posteriormente, se logró producir sintéticamente los diferentes compuestos para estudiar sus influencias sobre las cualidades del cemento.

A raíz de estas investigaciones se comprobó lo siguiente:

1. El C_3S desarrolla alta resistencia inicial y final.
2. El C_2S desarrolla resistencias a largo plazo. (El cemento sigue desarrollando resistencias en el transcurso de varios años.)

3. El C_3A desarrolla resistencias a corto plazo.
4. El C_4AF contribuye muy poco a las resistencias, pero este compuesto es indispensable en el clínquer para bajar en el proceso de elaboración la temperatura de fusión.

Para preparar un buen hormigón no sólo es importante obtener altas resistencias, sino que también son fundamentales los factores: desarrollo de calor de fraguado; retracción de fraguado; resistencia contra aguas corrosivas; reactividad de los álcalis con los agregados; plasticidad del hormigón y tiempo de fraguado.

La influencia de los distintos compuestos que forman parte del cemento en los factores mencionados más arriba, es la siguiente:

1. El C_3S desarrolla calor de fraguado, es resistente contra aguas corrosivas y tiene baja retracción de fraguado.
2. El C_2S desarrolla muy poco calor de fraguado, es resistente contra aguas corrosivas y tiene también baja retracción de fraguado.
3. El C_3A es el compuesto más indeseable en los cementos, debido a que:
 - a) desarrolla un calor de fraguado muy alto;
 - b) en aguas corrosivas, como agua de mar, reacciona con los sulfatos, desintegrándose el hormigón a corto plazo, si no se toman medidas preventivas de protección;
 - c) es responsable de la alta retracción de fraguado, y
 - d) tiende a reducir el tiempo de fraguado, haciendo más difícil la colocación del hormigón.

También en los colectores del sistema de alcantarillado se pueden producir desintegraciones en los tubos, debido a la acción de sulfatos que se forman por oxidación del ácido sulfhídrico de las aguas servidas.

El C_4AF tiene poca influencia en las demás propiedades del hormigón.

Además de los compuestos principales del cemento, ya mencionados, todo cemento contiene cierta cantidad de otros compuestos, como son: Oxido de Magnesio (MgO); Oxido de Sodio (Na_2O); Oxido de Potasio (K_2O) y una cantidad de Yeso, que regula el tiempo de fraguado.

El MgO , en cantidades superiores a 5%, es nocivo, debido a la expansión excesiva del hormigón elaborado con estos cementos, expansión que se produce en el transcurso de los años.

También los álcalis en cantidades superiores a 0,6% pueden producir un agrietamiento de hormigones elaborados con agregados sensibles a los álcalis.

En resumen, un buen cemento moderno debe reunir los siguientes requisitos:

1. Junto con una alta resistencia inicial y final debe desarrollar poco calor de fraguado.
2. El hormigón elaborado con este cemento debe ser resistente a las aguas corrosivas y debe ser plástico con una cantidad mínima de agua.
3. El tiempo de fraguado debe ser normal, permitiendo así colocar fácilmente el hormigón en obras aun después de un transporte a larga distancia.
4. El cemento debe tener una baja retracción de fraguado.
5. Debe ser exento de álcalis.

Para poder elaborar un cemento que reúna todas las buenas características mencionadas, es preciso darle una composición tal, que se supriman en lo posible los compuestos indeseables, sin descuidar que los demás compuestos deberán estar presentes en una proporción que asegure características óptimas del producto final.

Sólo es posible llegar a este fin, si se dispone de una fábrica con posibilidades para preparar toda su materia prima en forma adecuada. Para esto es necesario disponer, en la sección de preparación de la mezcla cruda, de cuatro pastas distintas para poder influir en la proporción de los compuestos CaO , SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 .

La fábrica Cemento Cerro Blanco de Polpaico se construyó considerando este requisito.

Aprovechando, entonces, todos los adelantos de la ciencia moderna, Cemento Polpaico entregó recién al constructor su más nuevo producto, el Cemento Polpaico 400.

La proporción entre C_3S y C_2S en este cemento es tal, que le asegura una alta resistencia inicial y final y *un aumento de resistencias progresivo a largo plazo.*

Por ejemplo, trabajando hormigones con Cemento Polpaico 400, con razón agua/cemento 0,5 y con agregados pétreos adecuados, se obtienen las siguientes resistencias:

T a b l a I

1 día	3 días	7 días	28 días
130 kg/cm ²	220 kg/cm ²	300 kg/cm ²	400 kg/cm ²

La excelente plasticidad de hormigones elaborados con este cemento permite, aún con dosificaciones de 270 kg/m³ trabajar con razón agua/cemento 0,5, o sea, con un total de 135 litros de agua por m³ de hormigón.

Como se ve en la Tabla I, es perfectamente

posible descimbrar una obra o entregar un pavimento al tránsito entre los 3 y 7 días después de haber colocado el hormigón.

A pesar de las altas resistencias, el cemento desarrolla un calor de fraguado extremadamente bajo, como lo demuestra la Tabla II.

T a b l a II

Desarrollo de calor de fraguado del Cemento Polpaico 400:

1 día	3 días	7 días	28 días
40 cal/g	53 cal/g	68 cal/g	75 cal/g

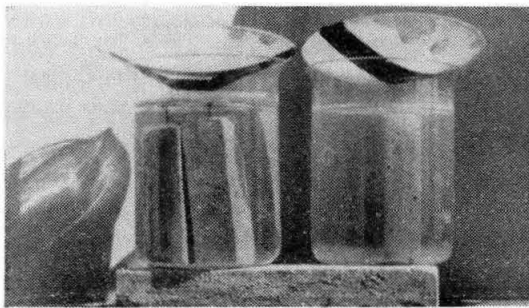
Otros cementos similares llegan a 100 cal/g a los 28 días.

Este valor bajo en el desarrollo de calor se ha logrado por la eliminación total del Aluminato Tricálcico (C₃A) y por un agregado puzolánico que, junto con bajar el desarrollo de calor de fraguado, le da al cemento una plasticidad extraordinaria.

También, por la eliminación del C₃A se ha logrado que el Cemento Polpaico 400 sea completamente resistente a las aguas corrosivas. Para comprobar este hecho se hicieron probetas de mortero con Cemento Polpaico 400 y con otro cemento similar.

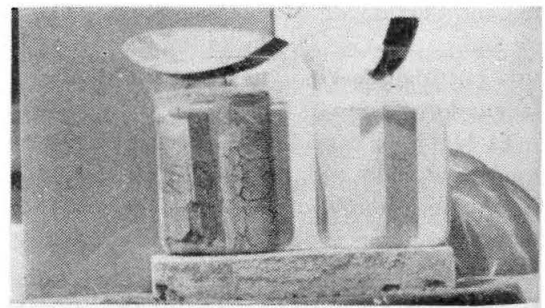
Habiendo dejado fraguar las probetas bajo agua durante 28 días, se sumergieron en una solución de Sulfato de Sodio al 10%.

En las fotografías que siguen, se pueden observar los resultados obtenidos después de 18 y 100 días. Mientras que la probeta hecha con Cemento Polpaico 400, se ha mantenido intacta a los 18 y 100 días, la probeta con el otro cemento se ha agrietado a los 18 días y está destruida a los 100 días. Las probetas hechas con Cemento Polpaico 400 continúan después de 120 días sin variación y es de suponer que se mantendrán intactas indefinidamente.



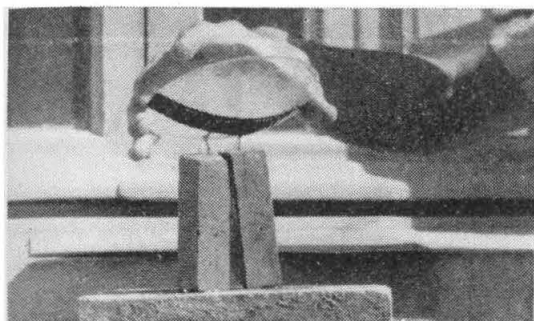
Izquierda: Cemento Polpaico 400, 18 días en solución de Na₂SO₄ al 10%

Derecha: Cemento Polpaico 400, 18 días en agua

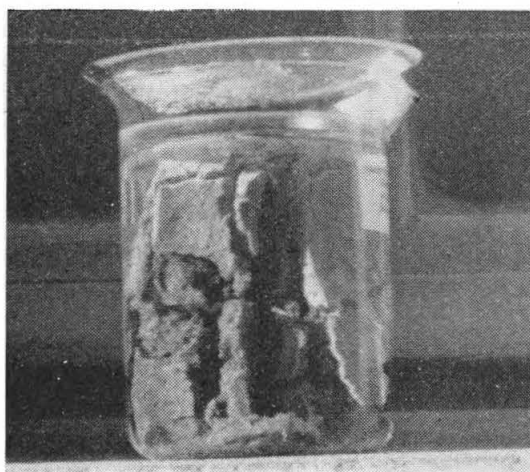


Izquierda: Otro cemento, 18 días en solución de Na₂SO₄ al 10%

Derecha: Otro cemento, 18 días en agua



Cemento Polpaico 400, 100 días en solución de Na_2SO_4 al 10%



Otro cemento, 100 días en solución de Na_2SO_4 al 10%

En obras marítimas se exigen cementos resistentes a las aguas corrosivas, de manera que el Cemento Polpaico 400 es indispensable en esta clase de obras.

El agregado puzolánico, además de bajar el desarrollo de calor y aumentar la plasticidad, ayuda en la impermeabilidad del hormigón. Esto hace posible obtener hormigones completamente impermeables, aun a presiones de agua de 10 atmósferas, como lo han demostrado ensayos hechos en nuestro Laboratorio de hormigones en Polpaico.

En la confección de estanques para agua es preciso usar el Cemento Polpaico 400, porque reúne todos los requisitos necesarios para esta clase de obras, como ser: buena plasticidad con razón agua/cemento baja, requisito indispensable para obtener un hormigón impermeable a la presión de agua. Además se evita el agrietamiento de fraguado, causa principal de las filtraciones en estos estanques.

Por el contenido de puzolana en el cemento, se elimina la porosidad capilar del hormigón, aumentándose así la impermeabilidad con el tiempo sin tratamiento adicional.

El Cemento Polpaico 400 se puede emplear aun en regiones donde hay agregados que puedan reaccionar con álcalis, ya que este cemento contiene únicamente 0,04% Na_2O y 0,04% de K_2O , o sea, el cemento es prácticamente libre de álcalis.

El contenido de MgO es tan bajo (alrededor de 1,5%), que de ninguna manera puede resultar nocivo.

El clínquer empleado en la fabricación del cemento pertenece al tipo Ferrari. Esos tipos de cementos son los que tienen la más baja retracción de fraguado, de manera que también, usando el Cemento Polpaico 400, se evita el agrietamiento causado por la retracción de fraguado.

El tiempo de fraguado del Cemento Polpaico 400 es normal y debido a la completa eliminación del C_3A es imposible que en el transporte del hormigón a largas distancias se produzca un fraguado prematuro. El hormigón mantiene su buena trabajabilidad durante un tiempo óptimo.